

Ilustracion Alberto Otamendi

CAFE CIENTIFICO:
CAMBIO METEOROLOGICO

Cuando el clima se marchita

Desde el diluvio universal para acá, existe en la humanidad un cierto pánico ante la posibilidad de que un gran apocalipsis climático termine con su penosa aventura sobre la tierra. Sin embargo, estos temores nunca estuvieron tan cerca de convertirse en realidad, dados los cambios en el clima global que se están acelerando. Fríos en Europa, vergeles en la Patagonia, y calor en todos lados son algunas de las modificaciones que tal vez podamos ver en las próximas décadas. En el segundo informe sobre el tema (que complementa el de dos sábados atrás), **Futuro** reproduce los principales fragmentos del último café científico, sobre globalización climática, en el que los especialistas Silvina Solman y Osvaldo Canziani dejaron vislumbrar algunos de los matices de un tema por demás complejo.

Cuando el clima se marchita

POR MARTIN DE AMBROSIO

Precámbrico, cámbrico, silúrico, pérmico, triásico, jurásico y plioceno son algunas de las más famosas eras geológicas en las que el hombre se abstuvo de vivir. Durante todos esos períodos, que abarcan unos 2100 millones de años, el clima en la tierra cambió repetidas veces y en muchas ocasiones de modo drástico, con glaciaciones y épocas más cálidas. Pero ahora, con varios milenios de civilización, existe un fenómeno capaz de interactuar con lo que podría llamarse –con liviandad, hay que reconocerlo– "natural desenvolvimiento del clima": el ser humano. Más precisamente, el "homo tecnoligicus" cuyos "residuos" (principalmente el dióxido de carbono) provocan el aumento de la temperatura. Sin embargo, en el mundo de los estudios del clima nada es tan sencillo ni tan lineal como parece. Porque a la complejidad y a los vaivenes "naturales" del clima se suman las actividades de más de 6 mil millones de seres humanos que interactúan con la meteorología y marcan la imposibilidad de soluciones fáciles y uniformes para todos los problemas relacionados con el calor que se viene.

A pesar de las dificultades para hallar causas y consecuencias en este panorama, en un punto se ponen de acuerdo todos los investigadores: el cambio de clima es antropogénico, es decir, tiene la marca del hombre.

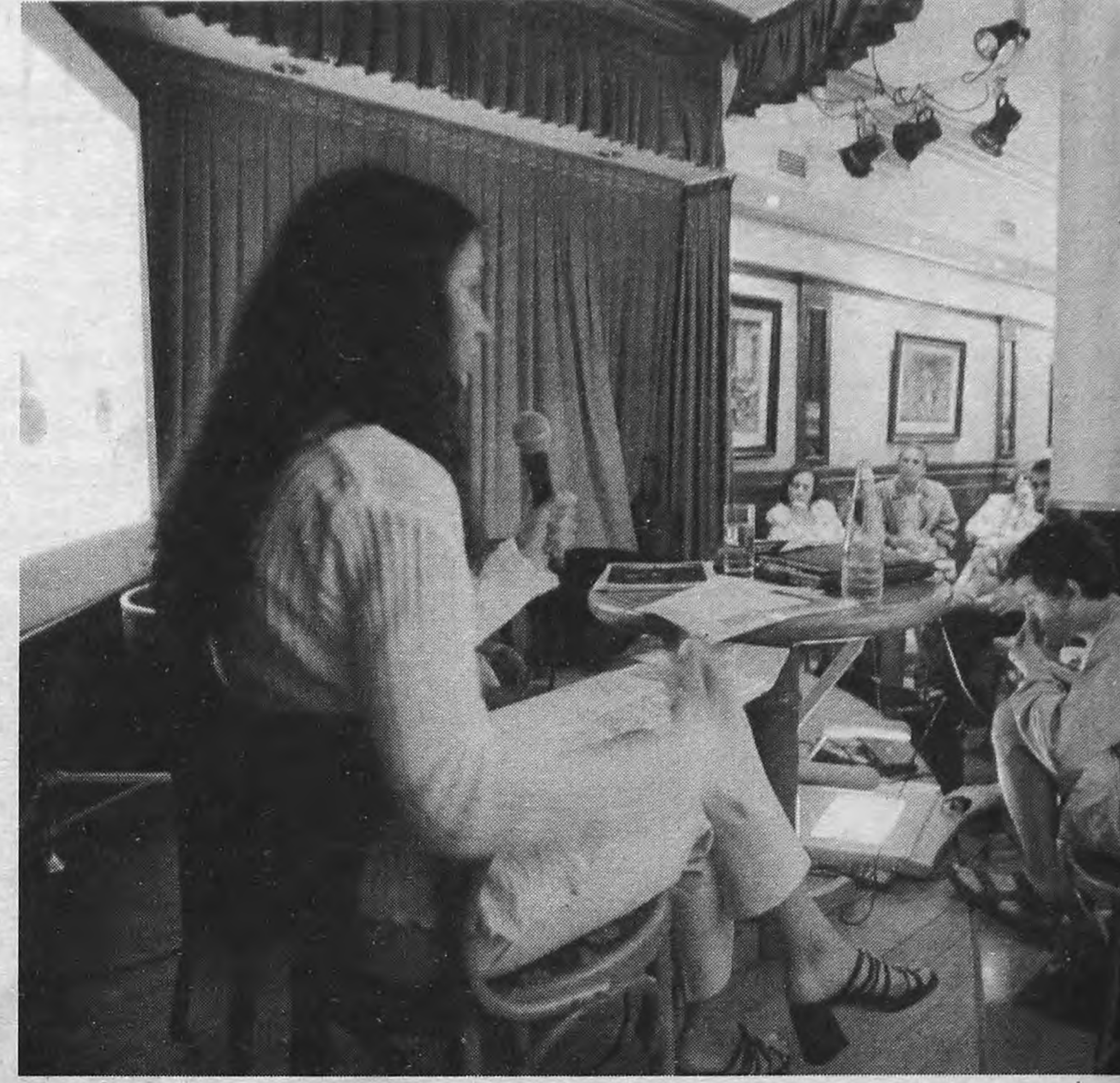
Sobre los problemas que pueden causar las nuevas temperaturas –uno de cuyos aspectos más sombríos es el incremento del caudal de los océanos, que pueden subir más de 7 metros y hacer desaparecer a la mayoría de las ciudades costeras– dialogaron en la última edición del año del ciclo de charlas de Café Científico, organizado por el Planetario de la Ciudad, los expertos Silvina Solman, investigadora del Conicet y docente del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos de la FCEyN de la UBA, junto con Osvaldo Canziani, investigador principal del Conicet e integrante del Panel Intergubernamental del Cambio Climático de la ONU. A diferencia de la modalidad tradicional de exposiciones separadas, antes de las preguntas del público, Canziani y Solman eligieron entablar una especie de diálogo en el que cada uno aportó su conocimiento específico.

TIEMPO LOCO

Osvaldo Canziani: –Mucha gente suele decir "qué tiempo loco". Y la verdad es que tienen razón, el tiempo está enloquecido, por muchas causas. Igualmente se deberían tener en cuenta las diferencias entre "clima", "tiempo meteorológico", "variabilidad o cambio climático". Por eso cuando se escucha en la radio que van a dar "el clima de hoy", tengan en cuenta que no es cierto, es un error. Las definiciones precisas las va a dar Silvina.

Silvina Solman: –Como dijo Osvaldo, no existe el "pronóstico del clima para mañana y el fin de semana", no es eso lo que nos dan los locutores. El modo correcto de llamarlo es "pronóstico del tiempo", que es la situación meteorológica de un día determinado; cuando hablamos del "clima" nos estamos refiriendo a las condiciones promedio de un determinado lugar. Nos podemos referir, así, al clima de la ciudad de Buenos Aires en los últimos veranos, con su promedio de temperatura, vientos, lluvias, etcétera. No describimos ningún día específico, sino promedios. Con estas definiciones básicas hechas, podemos hablar de los fenómenos atmosféricos, como la lluvia de hoy (el café fue el martes 20).

Canziani: –Bueno, respecto de las lluvias en la ciudad quisiera agregar algo que puede ser interesante. Recuerdo un trabajo en el que registramos 70 tormentas importantes –de varios días de duración– sobre Buenos Aires entre 1900 y 1995, algunas de las cuales fueron más importantes que la de estos días, pero nunca tan duraderas y persistentes en el tiempo. Una de las más famosa lluvias tal vez sea la del 26 de enero de 1985, cuando cayeron 306 milímetros en 26 horas y, por supuesto, se inundaron todos los barrios porteños. En ese momento, se calculó que una tormenta como esa, de tal magnitud, sólo podía repetirse en 200 años; sin embargo, en junio del mismo año hubo una similar. Esto empieza a demostrar que hay una serie de cambios palpables.



LA DOCTORA SILVINA SOLMAN EXPLICO EN EL ULTIMO CAFE CIENTIFICO ALGUNAS DE LAS VICISITUDES C

NIÑOS Y NIÑAS

Solman: Cada 4 o 5 años se produce un fenómeno llamado El Niño que trastrueca a escala global el clima, modifica lluvias y temperaturas, en Indonesia tanto como en Suiza o Uruguay. A pesar de esto el clima se va modificando de modo, digamos, natural, caótico, sin depender de "niño" alguno. Digo que es caótico porque la atmósfera misma es un fluido caótico, varía de tal modo que podemos comprender algunas causas del cambio –si pasa esto el clima cambiará de tal otra manera– pero no siempre tenemos las respuestas.

Canziani: –El fenómeno de El Niño, descubierto por Von Humboldt en un viaje a las islas Galápagos en el siglo XVIII (lo llamó El Niño porque se produjo el día de Navidad), no siempre es malo. Es muy necesario, por ejemplo, para los que viven en el centro oeste de Argentina y el centro de Chile: El Niño es la única posibilidad de que haya nieve en los Andes. La zona desértica de Cuyo necesita esa agua. Entonces hay que tener cuidado porque, a veces, El Niño trae soluciones. Por eso, en medio de tal complejidad, hay que ver qué beneficios trae el cambio y ver en qué puede llegar a ser perjudicial. El clima es un sistema que está cambiando y es muy probable que los grandes desiertos del mundo, incluido el Desierto de la Patagonia con sus 500.000 kilómetros cuadrados, se transformen en otra cosa. El sistema climático actual nos da: el Desierto de Atacama, desiertos en el noroeste de Brasil y Patagonia, como algunas de las zonas más áridas. Tengamos en cuenta eso, si cambia el clima esos desiertos pueden cambiar.

Solman: –Además, el clima presenta cambios llamados "interdecadales", donde cada diez años hay modificaciones. Por poner un ejemplo, la década del 70 fue más fría y menos lluviosa que las del 80 y 90. Hay cambios entre décadas que no necesariamente tienen que ver con el calentamiento global sino con esta variabilidad interna, es decir que es un sistema caótico que se modifica por su misma dinámica, y muchas veces es difícil distinguir entre cambios "naturales" y causados por la actividad del hombre. El cambio climático, hay que recalcar, no siempre tuvo que ver con la actividad del hombre y se puede ver históricamente, con sólo repasar los trastornos que sufrió la tierra durante las eras geológicas que lo precedieron.

EL TERROR DEL FUTURO

Canziani: –La revista *National Geographic* publicó el año pasado una nota sobre lo que llamó "el terror del futuro": la posibilidad de que se cortara la corriente del Golfo que, partiendo desde México, es la que mantiene templada a Europa occidental. Pues bien, si se corta esa corriente, paradójicamente, estando en un sistema de calentamiento global, el resultado local en Europa, va a ser un frío único ya que van a perder la gran cantidad de energía que les da esa corriente tropical. Pero hay más ejemplos de acciones locales distintas del mero aumento del calor en solitario. Las industrias pesqueras de Ecuador y Perú, entre otras, sufren por sus negocios con el cambio. Entonces, lo que propongo es que pensemos el cambio climático como un hecho de enorme importancia social y económica.

Solman: –Por mi parte quiero insistir también en que no siempre el hombre fue el motor del cambio del clima. En cuadros que muestran los datos de miles de años se puede ver a escala geológica la evolución del clima global: antes de que hubiera cualquier acción humana se pueden ver cambios de 10 o 15 grados, que demuestran que el clima nunca fue constante ni mu-

SIMULACIONES POR COMPUTADORA PARA PREDECIR LOS CAMBIOS

Un modelo para el clima

POR A. RIVERA
El País

Un modelo de predicción climática, la herramienta que ha permitido a los científicos hacer proyecciones hacia el futuro del clima de la Tierra y descubrir que la actuación humana está provocando el cambio climático, es una compleja descripción matemática de los principales elementos y procesos físicos de la atmósfera, los océanos y la superficie terrestre, que determinan el sistema climático. Tan complejos son esos modelos que suelen resolverse en computadoras de gran potencia. Aun así, las supercomputadoras tardan un mes de cómputo continuado para avanzar diez años de evolución del clima. Y los modelos de ámbito regional no eran hasta el momento mucho menos exigentes en cuanto a computación.

Ahora, el prestigioso Centro Hadley de investigación climática, británico, ha desarrollado un sistema de modelo regional que se corre, o se calcula, en un corriente ordenador personal y permite al usuario estudiar proyecciones climáticas de futuro en cualquier región del planeta, simulando distintos escenarios de emisiones futuras. Necesita, eso sí, el sistema operativo Linux (el competidor en las sombras de Windows). Geoff Jenkins, jefe del Programa de Predicción Climática del Centro Hadley, lo ha presentado en la cumbre internacional del clima que se celebró en Marraquech. "Hemos partido de los resultados de los modelos globales para desarrollar un sistema de modelización que se enfoca en regiones, en países, con muchos más detalles en las proyecciones que los modelos de todo el planeta", explica Jenkins.

La resolución del nuevo sistema es muy alta, 50 kilómetros, frente a 300 kilómetros de los modelos globales, y el resultado que proporciona es una descripción de cómo cambiará el clima en la región que se estudie con datos como temperaturas, precipitaciones por estaciones, presiones atmosféricas o la frecuencia e intensidad de las tormentas. "De los resultados se puede deducir qué impactos tendrá en la agricultura, la disponibilidad de agua, etcétera", explica este experto. Además, el modelo regional, que abarca una superficie de unos 25 millones de kilómetros cuadrados y una columna en la atmósfera de 30 kilómetros de altura dividida en 19 niveles, refleja fenómenos extremos como lluvias intensas, ciclones o huracanes que se escapan a las grandes simulaciones, advierte el científico británico.

Las características del terreno –costas, islas pequeñas, cadenas montañosas y numerosas características regionales que no se recogen adecuadamente, con detalle suficiente, en los modelos globales– se describen mucho mejor en este sistema de proyección regional, "que es el primero que existe, que sepamos, de libre utilización, fácil de usar y para PC", comenta Jenkins. Entre las limitaciones, los autores advierten que, en tanto que el modelo regional depende del realismo del modelo global, cualquier error en este último se traslada al primero, por lo que hay que partir de una muy alta calidad de la simulación general.

Con una computadora personal de un gigahercio de velocidad, el modelo tarda un mes en avanzar una década. El programa es grande, aproximadamente medio millón de líneas de código, pero cabe en un CD-Rom, y no se precisan especialistas para manejarlo, aunque es aconsejable aprender a sacarle todo su jugo, a interpretar bien los resultados y analizar las incertidumbres.

PAISES EN DESARROLLO

Este modelo regional ha sido desarrollado por los expertos del Centro Hadley con un objetivo muy concreto: ponerlo a disposición de los países en vías de desarrollo para que puedan hacer sus proyecciones climáticas y evaluar sus escenarios de futuro sin tener que depender de los recursos y expertos de los centros de investigación más avanzados, de los países ricos. "Es importante que esos países adquieran capacidad para hacerlo y que tengan una mayor propiedad sobre los resultados, que confíen en los resultados obtenidos por sus propios científicos", explica Jenkins.

El modelo regional, que ahora se presenta en una versión experimental ya avanzada, pero que acabará de desarrollarse y verificar en unos seis meses, estará disponible gratis para los países en vías de desarrollo, aunque el Centro Hadley espera recibir alguna ayuda financiera de las agencias internacionales o de los países desarrollados para costear el programa de adiestramiento de quienes vayan a utilizarlo.

Cuando el clima se marchita

POR MARTIN DE AMBROSIO

Precámbrico, cámbrico, silúrico, pérmico, triásico, jurásico y plioceno son algunas de las más famosas eras geológicas en las que el hombre se abstuvo de vivir. Durante todos esos períodos, que abarcan unos 2100 millones de años, el clima en la tierra cambió repetidas veces y en muchas ocasiones de modo drástico, con glaciaciones y épocas más cálidas. Pero ahora, con varios milenios de civilización, existe un fenómeno capaz de interactuar con lo que podría llamarse –con liviandad, hay que reconocerlo– "natural desenvolvimiento del clima": el ser humano. Más precisamente, el "homo tecnoligicus" cuyos "residuos" (principalmente el dióxido de carbono) provocan el aumento de la temperatura. Sin embargo, en el mundo de los estudios del clima nada es tan sencillo ni tan lineal como parece. Porque a la complejidad y a los vaivenes "naturales" del clima se suman las actividades de más de 6 mil millones de seres humanos que interactúan con la meteorología y marcan la imposibilidad de soluciones fáciles y uniformes para todos los problemas relacionados con el calor que se viene.

A pesar de las dificultades para hallar causas y consecuencias en este panorama, en un punto se ponen de acuerdo todos los investigadores: el cambio de clima es antropogénico, es decir, tiene la marca del hombre.

Sobre los problemas que pueden causar las nuevas temperaturas –uno de cuyos aspectos más sombríos es el incremento del caudal de los océanos, que pueden subir más de 7 metros y hacer desaparecer a la mayoría de las ciudades costeras– dialogaron en la última edición del año del ciclo de charlas de Café Científico, organizado por el Planetario de la Ciudad, los expertos Silvina Solman, investigadora del Conicet y docente del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos de la FCEyN de la UBA, junto con Osvaldo Canziani, investigador principal del Conicet e integrante del Panel Intergubernamental del Cambio Climático de la ONU. A diferencia de la modalidad tradicional de exposiciones separadas, antes de las preguntas del público, Canziani y Solman eligieron entablar una especie de diálogo en el que cada uno aportó su conocimiento específico.

TIEMPO LOCO

Osvaldo Canziani: –Mucha gente suele decir "qué tiempo loco". Y la verdad es que tienen razón, el tiempo está enloquecido, por muchas causas. Igualmente se deberían tener en cuenta las diferencias entre "clima", "tiempo meteorológico", "variabilidad o cambio climático". Por eso cuando se escucha en la radio que van a dar "el clima de hoy", tengan en cuenta que no es cierto, es un error. Las definiciones precisas las va a dar Silvina.

Silvina Solman: –Como dijo Osvaldo, no existe el "pronóstico del clima para mañana y el fin de semana", no es eso lo que nos dan los locutores. El modo correcto de llamarlo es "pronóstico del tiempo", que es la situación meteorológica de un día determinado; cuando hablamos del "clima" nos estamos refiriendo a las condiciones promedio de un determinado lugar. Nos podemos referir, así, al clima de la ciudad de Buenos Aires en los últimos veranos, con su promedio de temperatura, vientos, lluvias, etcétera. No describimos ningún día específico, sino promedios. Con estas definiciones básicas hechas, podemos hablar de los fenómenos atmosféricos, como la lluvia de hoy (el café fue el martes 20).

Canziani: –Bueno, respecto de las lluvias en la ciudad quisiera agregar algo que puede ser interesante. Recuerdo un trabajo en el que registramos 70 tormentas importantes –de varios días de duración– sobre Buenos Aires entre 1900 y 1995, algunas de las cuales fueron más importantes que la de estos días, pero nunca tan duraderas y persistentes en el tiempo. Una de las más famosa lluvias tal vez sea la del 26 de enero de 1985, cuando cayeron 306 milímetros en 26 horas y, por supuesto, se inundaron todos los barrios porteños. En ese momento, se calculó que una tormenta como esa, de tal magnitud, sólo podía repetirse en 200 años; sin embargo, en junio del mismo año hubo una similar. Esto empieza a demostrar que hay una serie de cambios palpables.

Jorge Larrosa



LA DOCTORA SILVINA SOLMAN EXPLICO EN EL ULTIMO CAFE CIENTIFICO ALGUNAS DE LAS VICISITUDES QUE SUFRIRA EL CLIMA EN LOS PROXIMOS AÑOS.

NIÑOS Y NIÑAS

Solman: Cada 4 o 5 años se produce un fenómeno llamado El Niño que trastrueca a escala global el clima, modifica lluvias y temperaturas, en Indonesia tanto como en Suiza o Uruguay. A pesar de esto el clima se va modificando de modo, digamos, natural, caótico, sin depender de "niño" alguno. Digo que es caótico porque la atmósfera misma es un fluido caótico, varía de tal modo que podemos comprender algunas causas del cambio –si pasa esto el clima cambiará de tal otra manera– pero no siempre tenemos las respuestas.

Canziani: –El fenómeno de El Niño, descubierto por Von Humboldt en un viaje a las islas Galápagos en el siglo XVIII (lo llamó El Niño porque se produjo el día de Navidad), no siempre es malo. Es muy necesario, por ejemplo, para los que viven en el centro oeste de Argentina y el centro de Chile: El Niño es la única posibilidad de que haya nieve en los Andes. La zona desértica de Cuyo necesita esa agua. Entonces hay que tener cuidado porque, a veces, El Niño trae soluciones. Por eso, en medio de tal complejidad, hay que ver qué beneficios trae el cambio y ver en qué puede llegar a ser perjudicial. El clima es un sistema que está cambiando y es muy probable que los grandes desiertos del mundo, incluido el Desierto de la Patagonia con sus 500.000 kilómetros cuadrados, se transformen en otra cosa. El sistema climático actual nos da: el Desierto de Atacama, desiertos en el noroeste de Brasil y Patagonia, como algunas de las zonas más áridas. Tengamos en cuenta eso, si cambia el clima esos desiertos pueden cambiar.

Solman: –Además, el clima presenta cambios llamados "interdecadales", donde cada diez años hay modificaciones. Por poner un ejemplo, la década del 70 fue más fría y menos lluviosa que las del 80 y 90. Hay cambios entre décadas que no necesariamente tienen que ver con el calentamiento global sino con esta variabilidad interna, es decir que es un sistema caótico que se modifica por su misma dinámica, y muchas veces es difícil distinguir entre cambios "naturales" y causados por la actividad del hombre. El cambio climático, hay que recalcar, no siempre tuvo que ver con la actividad del hombre y se puede ver históricamente, con sólo repasar los trastornos que sufrió la tierra durante las eras geológicas que lo precedieron.

EL TERROR DEL FUTURO

Canziani: –La revista *National Geographic* publicó el año pasado una nota sobre lo que llamó "el terror del futuro": la posibilidad de que se cortara la corriente del Golfo que, partiendo desde México, es la que mantiene templada a Europa occidental. Pues bien, si se corta esa corriente, paradójicamente, estando en un sistema de calentamiento global, el resultado local en Europa, va a ser un frío único ya que van a perder la gran cantidad de energía que les da esa corriente tropical. Pero hay más ejemplos de acciones locales distintas del mero aumento del calor en solitario. Las industrias pesqueras de Ecuador y Perú, entre otras, sufren por sus negocios con el cambio. Entonces, lo que propongo es que pensemos el cambio climático como un hecho de enorme importancia social y económica.

Solman: –Por mi parte quiero insistir también en que no siempre el hombre fue el motor del cambio del clima. En cuadros que muestran los datos de miles de años se puede ver a escala geológica la evolución del clima global: antes de que hubiera cualquier acción humana se pueden ver cambios de 10 o 15 grados, que demuestran que el clima nunca fue constante ni mucho menos. Los cambios casi siempre se dieron sin mediar las actividades antropogénicas, fueron ocasionados por muchos factores, algunos de los cuales se pueden explicar por modificaciones en la inclinación del eje de rotación terrestre, que es casi constante a 23 grados respecto del plano de órbita alrededor del sol. Pero no es siempre así, y un cambio pequeñísimo de ese eje generaría un gran cambio en el clima.

Canziani: –Sin ir más lejos fueron esa clase de cambios los que permitieron la aparición de la vida en la Tierra y aún el desarrollo de los mamíferos prevaleciendo por sobre los dinosaurios. Pero lo que logró el hombre en 250 años desde la Revolución Industrial es introducir un cambio extra-natural, que es lo que se conoce como cambio antrópico.

Solman: –Observando esos mismos cuadros que registran los cambios de los últimos mil años se puede ver una pequeña tendencia hacia el enfriamiento de la temperatura, excepto si se dirige la mirada hacia la última parte, en donde el repunte de la flecha hacia arriba es notable. A eso se refería Osvaldo. El cambio climático tiene una magnitud tanto más grande que lo habitual que realmente preocupa, porque todo el sistema va a tener que adaptarse a esa nueva magnitud, los bosques, el agua potable, el mar, todo eso va a tener que ser tomado en consideración.

Canziani: –Hay muchos indicios del cambio global, algunos tan notables que dejan de ser indicios y directamente dan una confirmación del fenómeno. Ustedes oyeron hablar del agujero de ozono o, por poner otro ejemplo, de la desertización –que en la Patagonia hace perder 1000 kilómetros cuadrados por año–. Estamos ante un proceso donde está todo interrelacionado; no se puede hablar del clima sin recordar la falta de agua, o el exceso de agua, o hasta su calidad porque los señores de la industria echan cromo al suelo y crean problemas en la salud de los chicos. En La Plata, el agua que se toma es de pozos, porque el río está tremendamente contaminado. Si uno piensa que el mismísimo Riachuelo tuvo peces y mejillones en la década del 40, es fácil comprobar que ante estos problemas nadie hace nada.

LA SOJA ATERMICA

Canziani (continúa): –Para ahondar respecto de las cuestiones económicas del calentamiento, en un país agrícola-ganadero como Argentina, hay que tener en cuenta cómo actúan los granos que se siembran. Les doy algunos ejemplos: el trigo, si la temperatura excede los 30 por más de ocho horas, nunca fructificará; el arroz, con más de 35 en una hora, no podrá reproducirse; en el maíz, el polen pierde movilidad con más de 30. También en la papa las temperaturas son fundamentales. En cambio, la soja es una campeona: no la afectan para nada los cambios en la temperatura. Por eso, si se va a hacer un análisis serio respecto de las consecuencias del cambio climático en la economía del país, hay que tener en cuenta que bajará la producción de los otros cultivos en tanto la soja aumentará un 35 por ciento, según un estudio del INTA. Es fundamental que la gente entienda por qué hay que estudiar detenidamente las consecuencias del cambio.

Solman: –En ese escenario posible de cambio, calor y aumento de precipitaciones, la producción de soja se incrementaría también porque serían muchas más las zonas en las que se podría cultivar.

Canziani: –Por otro lado, como efectos sobre la salud (ver la primera parte de este informe en la edición de **Futuro** del 10/11/2001) se sabe que habrá más olas de calor, que está expandiéndose el área de acción de varios mosquitos, de hongos venenosos, de ácaros, del hantavirus. De modo que los insto a preguntar, así se corta este monólogo de a dos que puede resultar pesado.

PREGUNTA, PREGUNTA QUE ALGO QUEDA

–¿Qué deben hacer los gobiernos ante esta situación?

Canziani: –Si uno no sabe lo que está pasando no puede adoptar estrategias de adaptación, y el hombre *debe* adaptarse a los cambios. Todo esto nos lleva a pensar en el problema más grave del mundo actual: el agua potable. Los gobiernos deben tomar conciencia de este problema para poder solucionarlo porque todos los procesos están estrechamente vinculados. Por ejemplo, respecto de la pérdida de biodiversidad, todo el mundo está de acuerdo en que sembrar bosques es útil porque los bosques "secuestran" dióxido de carbono y de este modo no aumentaría tanto la temperatura. Areas excelentes para eso serían las planicies canadienses o Siberia, las zonas que se van descongelando; mucha gente sugirió sembrar árboles como solución. Sin embargo, estudios recientes afirmaron que los bosques absorben más el calor, en tanto que el hielo lo refleja. Esto para que tengan una idea de que nada es lineal en este sentido. Además, los árboles "digieren" dióxido de carbono mientras son jóvenes, y después pierden esa capacidad fisiológica. Desde un punto de vista ecológico, no todos los problemas tienen la misma solución. Hace un tiempo, un grupo de jóvenes se oponía a que se abriera la calle Beauchef que cruza el Parque Rivadavia, en Caballito. El argumento era que allí había árboles. Y yo les dije, porque lo medí en las calles José María Moreno y Rosario, cuál es la producción de gases de los motores que van despacio, y les agregué que claramente esos viejos eucaliptus no solucionan el problema. Por el contrario, si se logra que los autos vayan más rápido en un flujo más continuo, se cambian las condiciones.

La conclusión entonces es que existen métodos para evitar esta clase de problemas, pero pasan por el conocimiento. Por eso, si Argentina quiere seguir siendo un país agrícolaganadero no debe tener miedo a rezonificar, como hizo Brasil que sacó el café Santos de San Pablo y sin tapujos lo llevó a Minas Gerais. O Chile, que llevó la papa a zonas más frías. Pero si no se hacen los estudios, no se podrán resolver los problemas.

–¿Los problemas de la pampa húmeda y sus **inundaciones se deben a estos cambios?**

Solman: –Estas inundaciones no se deben exclusivamente a causas atmosféricas porque la pampa es una región que no permite el escurrimiento de las aguas hacia la costa y, por otro lado, muchas veces el uso intensivo de los suelos puede provocar un stress que hace que disminuya su capacidad de absorción. ¿Qué pasa? Las napas subsuperficiales están saturadas de agua y así la tierra se inunda con mucha facilidad. En realidad, no fueron demasiado excesivas estas precipitaciones; digamos que con un suelo no saturado no hubiera habido inundaciones.

–Yo quería volver al problema con los cultivos de la zona pampeana –comenzó su pregunta un habitué del Café Científico–, ¿cuándo estiman que se va a dar y cuáles serían las medidas que tendrían que tomarse para evitar males mayores?

Solman: –Hay distintas proyecciones, pero las que se mencionaron aquí son para los años 2020 y 2050, que no falta tanto. Esas proyecciones se hacen sobre la base de la estimación de un aumento del dióxido de carbono similar al que hubo desde el comienzo de la era industrial hasta la actualidad. Si continúa incrementándose en un 1 por ciento por año, se llegará a duplicar los valores preindustriales alrededor del año 2050. Ese es uno de los elementos, aunque también se consideran otros gases como el óxido nitroso, el metano, que son gases que tienen lo suyo. Estos estudios son muy importantes porque sirven para tratar de mitigar las pérdidas y generar estrategias de adaptación y mitigación. Por ejemplo, modificando el ciclo de cultivo del trigo se disminuiría la pérdida en un escenario de cambio climático.

KYOTO, PROTOCOLO ROTO

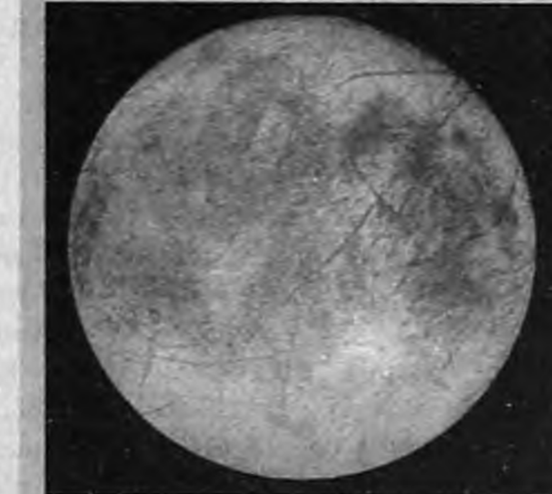
Canziani: –En junio del '92, en la cumbre de Río de Janeiro, con la convención de cambio climático se inició un grupo de trabajo y se hizo un borrador de protocolo para reducir los gases que provocan el cambio climático. Pero los intereses económicos, sobre todo de Estados Unidos, fueron muy grandes e hicieron enormes presiones para boicotearlo. Por suerte, en Marrakech, la semana pasada se logró en parte vencer la negativa norteamericana; porque el protocolo está escrito pero no está en vigencia, aún estamos en una etapa previa. Lo que sucedió es que Japón y Rusia aceptaron seguir la discusión y se ratificó la posibilidad de existencia del protocolo, que estaba en virtual punto muerto. En el protocolo, se exige desde el punto de vista político que al menos 55 países que generan el 55 por ciento de contaminación dióxido de carbono lo ratifiquen. Solamente Estados Unidos, que no lo va a firmar, produce el 37 por ciento. Pero al entrar también Australia se logró el número. Básicamente, el llamado "Protocolo de Kyoto" establece distintos mecanismos y exige que todos los países reduzcan sus emisiones al nivel de 1990 menos un 5 por ciento. Cumplirlo significaría algo así como volver atrás, cosa que ya parece demasiado difícil, según se ve.

Futuro les preguntó a los científicos si existe alguna razón o argumento científico que avale la posición de Estados Unidos, que suele recurrir en algunas publicaciones al escepticismo acerca de los resultados sobre el cambio climático para justificar sus negativas. La respuesta de Canziani no dejó lugar a dudas: "No. No tienen ninguna razón científica. Los industriales no quieren disminuir su producción, simplemente. Y hacen valer su fuerza, siendo que son los que más contaminan".

NOVEDADES EN CIENCIA

LA HELADA CORTEZA DE EUROPA

Science Es un mundo helado, girando en torno al planeta más grande del Sistema Solar. Junto con los otros tres grandes satélites de Júpiter, fue descubierto por Galileo en 1610. Se llama Europa, es una luna un poco más chica que la nuestra, y está cubierta por una corteza de hielo, bajo la cual existiría un enorme océano de agua líquida. Hoy en día, y gracias a las imágenes transmitidas por la nave *Voyager 2* (en 1979) y más recientemente por la Galileo, los científicos conocen hasta el más mínimo detalle de la helada superficie de Europa, llena de fisuras que parecen cicatrices. Sin embargo, no está del todo claro cuál es el espesor de ese manto de hielo que la envuelve. Hasta ahora, algunas estimaciones hablaban de apenas 1 o 2 kilómetros de espesor, pero otras arriesgaban un valor muy superior, de hasta 30 kilómetros. Evidentemente, el margen es muy amplio. Y determinar con precisión el grosor de esa corteza tiene un valor extra: en la NASA ya se están barajando proyectos de exploración de ese posible océano oculto, donde, quizás, existan primitivas formas de vida. Y para llegar a ese océano, antes habría que perforar esa capa de hielo. Si se conoce su espesor se pueden diseñar aparatos robots especialmente preparados para semejante misión.



Y bien, recientemente, Elizabeth Turtle y Elisabetta Peirazzo, dos científicas del Laboratorio Lunar y Planetario, de la Universidad de Arizona, intentaron resolver la cuestión. Para eso se pusieron a estudiar minuciosamente 28 cráteres de impacto en Europa, fotografiados por la Voyager y la Galileo. "No hay muchos cráteres de impacto en Europa, pero los que existen pueden decirnos muchas cosas", explica Turtle en un artículo que acaba de ser publicado en *Science*. Su investigación puso la mira en seis de esos cráteres, que tienen picos en sus centros (uno de los casos más interesantes es el del cráter Pwyll, de 24 kilómetros de diámetro y un pico central de 700 metros de altura). Al parecer, y tal como habría ocurrido en otros cráteres de la Luna o Marte, esos picos se formaron con material del interior de Europa que fue eyectado durante el choque de un meteorito o un pequeño asteroide. Mediante una serie de modelos y simulaciones por computadora, Turtle y Peirazzo llegaron a la siguiente conclusión: si la corteza de Europa fuese muy fina, el impacto la hubiese perforado fácilmente, llegando hasta el océano interno, y eyectando agua hacia la superficie. "Pero el agua no habría sido capaz de formar un pico central resistente, porque habría durado apenas un año, y estos cráteres son mucho más antiguos", dice la doctora Turtle. Por lo tanto, concluyen las investigadoras, cualquier masa de agua subsuperficial en esta luna joviana debe estar, por lo menos, a 3 o 4 kilómetros de profundidad, no menos. Entonces, ése sería el grosor del manto de hielo. "De todos modos –explican las científicas– se trata de un límite mínimo, porque el espesor de la corteza de Europa puede ser bastante mayor."

SIMULACIONES POR COMPUTADORA PARA PREDECIR LOS CAMBIOS

Un modelo para el clima

POR A. RIVERA
El País

Un modelo de predicción climática, la herramienta que ha permitido a los científicos hacer proyecciones hacia el futuro del clima de la Tierra y descubrir que la actuación humana está provocando el cambio climático, es una compleja descripción matemática de los principales elementos y procesos físicos de la atmósfera, los océanos y la superficie terrestre, que determinan el sistema climático. Tan complejos son esos modelos que suelen resolverse en computadoras de gran potencia. Aun así, las supercomputadoras tardan un mes de cómputo continuado para avanzar diez años de evolución del clima. Y los modelos de ámbito regional no eran hasta el momento mucho menos exigentes en cuanto a computación.

Ahora, el prestigioso Centro Hadley de investigación climática, británico, ha desarrollado un sistema de modelo regional que se corre, o se calcula, en un corriente ordenador personal y permite al usuario estudiar proyecciones climáticas de futuro en cualquier región del planeta, simulando distintos escenarios de emisiones futuras. Necesita, eso sí, el sistema operativo Linux (el competidor en las sombras de Windows). Geoff Jenkins, jefe del Programa de Predicción Climática del Centro Hadley, lo ha presentado en la cumbre internacional del clima que se celebró en Marraquech. "Hemos partido de los resultados de los modelos globales para desarrollar un sistema de modelización que se enfoca en regiones, en países, con muchos más detalles en las proyecciones que los modelos de todo el planeta", explica Jenkins.

La resolución del nuevo sistema es muy alta, 50 kilómetros, frente a 300 kilómetros de los modelos globales, y el resultado que proporciona es una descripción de cómo cambiará el clima en la región que se estudie con datos como temperaturas, precipitaciones por estaciones, presiones atmosféricas o la frecuencia e intensidad de las tormentas. "De los resultados se puede deducir qué impactos tendrá en la agricultura, la disponibilidad de agua, etcétera", explica este experto. Además, el modelo regional, que abarca una superficie de unos 25 millones de kilómetros cuadrados y una columna en la atmósfera de 30 kilómetros de altura dividida en 19 niveles, refleja fenómenos extremos como lluvias intensas, ciclones o huracanes que se escapan a las grandes simulaciones, advierte el científico británico.

Las características del terreno –costas, islas pequeñas, cadenas montañosas y numerosas características regionales que no se recogen adecuadamente, con detalle suficiente, en los modelos globales– se describen mucho mejor en este sistema de proyección regional, "que es el primero que existe, que sepamos, de libre utilización, fácil de usar y para PC", comenta Jenkins. Entre las limitaciones, los autores advierten que, en tanto que el modelo regional depende del realismo del modelo global, cualquier error en este último se traslada al primero, por lo que hay que partir de una muy alta calidad de la simulación general.

Con una computadora personal de un gigahercio de velocidad, el modelo tarda un mes en avanzar una década. El programa es grande, aproximadamente medio millón de líneas de código, pero cabe en un CD-Rom, y no se precisan especialistas para manejarlo, aunque es aconsejable aprender a sacarle todo su jugo, a interpretar bien los resultados y analizar las incertidumbres.

PAISES EN DESARROLLO

Este modelo regional ha sido desarrollado por los expertos del Centro Hadley con un objetivo muy concreto: ponerlo a disposición de los países en vías de desarrollo para que puedan hacer sus proyecciones climáticas y evaluar sus escenarios de futuro sin tener que depender de los recursos y expertos de los centros de investigación más avanzados, de los países ricos. "Es importante que esos países adquieran capacidad para hacerlo y que tengan una mayor propiedad sobre los resultados, que confíen en los resultados obtenidos por sus propios científicos", explica Jenkins.

El modelo regional, que ahora se presenta en una versión experimental ya avanzada, pero que acabará de desarrollarse y verificar en unos seis meses, estará disponible gratis para los países en vías de desarrollo, aunque el Centro Hadley espera recibir alguna ayuda financiera de las agencias internacionales o de los países desarrollados para costear el programa de adiestramiento de quienes vayan a utilizarlo.

Jorge Larrosa



UE SUFRIRA EL CLIMA EN LOS PROXIMOS AÑOS.

cho menos. Los cambios casi siempre se dieron sin mediar las actividades antropogénicas, fueron ocasionados por muchos factores, algunos de los cuales se pueden explicar por modificaciones en la inclinación del eje de rotación terrestre, que es casi constante a 23 grados respecto del plano de órbita alrededor del sol. Pero no es siempre así, y un cambio pequeñísimo de ese eje generaría un gran cambio en el clima.

Canziani: –Sin ir más lejos fueron esa clase de cambios los que permitieron la aparición de la vida en la Tierra y aún el desarrollo de los mamíferos prevaleciendo por sobre los dinosaurios. Pero lo que logró el hombre en 250 años desde la Revolución Industrial es introducir un cambio extra-natural, que es lo que se conoce como cambio antrópico.

Solman: –Observando esos mismos cuadros que registran los cambios de los últimos mil años se puede ver una pequeña tendencia hacia el enfriamiento de la temperatura, excepto si se dirige la mirada hacia la última parte, en donde el repunte de la flecha hacia arriba es notable. A eso se refería Osvaldo. El cambio climático tiene una magnitud tanto más grande que lo habitual que realmente preocupa, porque todo el sistema va a tener que adaptarse a esa nueva magnitud, los bosques, el agua potable, el mar, todo eso va a tener que ser tomado en consideración.

Canziani: –Hay muchos indicios del cambio global, algunos tan notables que dejan de ser indicios y directamente dan una confirmación del fenómeno. Ustedes oyeron hablar del agujero de ozono o, por poner otro ejemplo, de la desertización –que en la Patagonia hace perder 1000 kilómetros cuadrados por año–. Estamos ante un proceso donde está todo interrelacionado; no se puede hablar del clima sin recordar la falta de agua, o el exceso de agua, o hasta su calidad porque los señores de la industria echan cromo al suelo y crean problemas en la salud de los chicos. En La Plata, el agua que se toma es de pozos, porque el río está tremendamente contaminado. Si uno piensa que el mismísimo Riachuelo tuvo peces y mejillones en la década del 40, es fácil comprobar que ante estos problemas nadie hace nada.

LA SOJA ATERMICA

Canziani (continúa): –Para ahondar respecto de las cuestiones económicas del calentamiento, en un país agrícola-ganadero como Argentina, hay que tener en cuenta cómo actúan los granos que se siembran. Les doy algunos ejemplos: el trigo, si la temperatura excede los 30 por más de ocho horas, nunca fructificará; el arroz, con más de 35 en una hora, no podrá reproducirse; en el maíz, el polen pierde movilidad con más de 30. También en la papa las temperaturas son fundamentales. En cambio, la soja es una campeona: no la afectan para nada los cambios en la temperatura. Por eso, si se va a hacer un análisis serio respecto de las consecuencias del cambio climático en la economía del país, hay que tener en cuenta que bajará la producción de los otros cultivos en tanto la soja aumentará un 35 por ciento, según un estudio del INTA. Es fundamental que la gente entienda por qué hay que estudiar detenidamente las consecuencias del cambio.

Solman: –En ese escenario posible de cambio, calor y aumento de precipitaciones, la producción de soja se incrementaría también porque serían muchas más las zonas en las que se podría cultivar.

Canziani: –Por otro lado, como efectos sobre la salud (ver la primera parte de este informe en la edición de **Futuro** del 10/11/2001) se sabe que habrá más olas de calor, que está expandiéndose el área de acción de varios mosquitos, de hongos venenosos, de ácaros, del hantavirus. De modo que los insto a preguntar, así se corta este monólogo de a dos que puede resultar pesado.



PREGUNTA, PREGUNTA QUE ALGO QUEDA

–¿Qué deben hacer los gobiernos ante esta situación?

Canziani: –Si uno no sabe lo que está pasando no puede adoptar estrategias de adaptación, y el hombre *debe* adaptarse a los cambios. Todo esto nos lleva a pensar en el problema más grave del mundo actual: el agua potable. Los gobiernos deben tomar conciencia de este problema para poder solucionarlo porque todos los procesos están estrechamente vinculados. Por ejemplo, respecto de la pérdida de biodiversidad, todo el mundo está de acuerdo en que sembrar bosques es útil porque los bosques "secuestran" dióxido de carbono y de este modo no aumentaría tanto la temperatura. Areas excelentes para eso serían las planicies canadienses o Siberia, las zonas que se van descongelando; mucha gente sugirió sembrar árboles como solución. Sin embargo, estudios recientes afirmaron que los bosques absorben más el calor, en tanto que el hielo lo refleja. Esto para que tengan una idea de que nada es lineal en este sentido. Además, los árboles "digieren" dióxido de carbono mientras son jóvenes, y después pierden esa capacidad fisiológica. Desde un punto de vista ecológico, no todos los problemas tienen la misma solución. Hace un tiempo, un grupo de jóvenes se oponía a que se abriera la calle Beauchef que cruza el Parque Rivadavia, en Caballito. El argumento era que allí había árboles. Y yo les dije, porque lo medí en las calles José María Moreno y Rosario, cuál es la producción de gases de los motores que van despacio, y les agregué que claramente esos viejos eucaliptus no solucionan el problema. Por el contrario, si se logra que los autos vayan más rápido en un flujo más continuo, se cambian las condiciones.

La conclusión entonces es que existen métodos para evitar esta clase de problemas, pero pasan por el conocimiento. Por eso, si Argentina quiere seguir siendo un país agrícolaganadero no debe tener miedo a rezonificar, como hizo Brasil que sacó el café Santos de San Pablo y sin tapujos lo llevó a Minas Gerais. O Chile, que llevó la papa a zonas más frías. Pero si no se hacen los estudios, no se podrán resolver los problemas.

–¿Los problemas de la pampa húmeda y sus inundaciones se deben a estos cambios?

Solman: –Estas inundaciones no se deben exclusivamente a causas atmosféricas porque la pampa es una región que no permite el escurrimiento de las aguas hacia la costa y, por otro lado, muchas veces el uso intensivo de los suelos puede provocar un stress que hace que disminuya su capacidad de absorción. ¿Qué pasa? Las napas subsuperficiales están saturadas de agua y así la tierra se inunda con mucha facilidad. En realidad, no fueron demasiado excesivas estas precipitaciones; digamos que con un suelo no saturado no hubiera habido inundaciones.

–Yo quería volver al problema con los cultivos de la zona pampeana –comenzó su pregunta un habitué del Café Científico–, ¿cuándo estiman que se va a dar y cuáles serían las medidas que tendrían que tomarse para evitar males mayores?

Solman: –Hay distintas proyecciones, pero las que se mencionaron aquí son para los años 2020 y 2050, que no falta tanto. Esas proyecciones se hacen sobre la base de la estimación de un aumento del dióxido de carbono similar al que hubo desde el comienzo de la era industrial hasta la actualidad. Si continúa incrementándose en un 1 por ciento por año, se llegará a duplicar los valores preindustriales alrededor del año 2050. Ese es uno de los elementos, aunque también se consideran otros gases como el óxido nitroso, el metano, que son gases que tienen lo suyo. Estos estudios son muy importantes porque sirven para tratar de mitigar las pérdidas y generar estrategias de adaptación y mitigación. Por ejemplo, modificando el ciclo de cultivo del trigo se disminuiría la pérdida en un escenario de cambio climático.

KYOTO, PROTOCOLO ROTO

Canziani: –En junio del '92, en la cumbre de Río de Janeiro, con la convención de cambio climático se inició un grupo de trabajo y se hizo un borrador de protocolo para reducir los gases que provocan el cambio climático. Pero los intereses económicos, sobre todo de Estados Unidos, fueron muy grandes e hicieron enormes presiones para boicotearlo. Por suerte, en Marrakech, la semana pasada se logró en parte vencer la negativa norteamericana; porque el protocolo está escrito pero no está en vigencia, aún estamos en una etapa previa. Lo que sucedió es que Japón y Rusia aceptaron seguir la discusión y se ratificó la posibilidad de existencia del protocolo, que estaba en virtual punto muerto. En el protocolo, se exige desde el punto de vista político que al menos 55 países que generan el 55 por ciento de contaminación dióxido de carbono lo ratifiquen. Solamente Estados Unidos, que no lo va a firmar, produce el 37 por ciento. Pero al entrar también Australia se logró el número. Básicamente, el llamado "Protocolo de Kyoto" establece distintos mecanismos y exige que todos los países reduzcan sus emisiones al nivel de 1990 menos un 5 por ciento. Cumplirlo significaría algo así como volver atrás, cosa que ya parece demasiado difícil, según se ve.

Futuro les preguntó a los científicos si existe alguna razón o argumento científico que avale la posición de Estados Unidos, que suele recurrir en algunas publicaciones al escepticismo acerca de los resultados sobre el cambio climático para justificar sus negativas. La respuesta de Canziani no dejó lugar a dudas: "No. No tienen ninguna razón científica. Los industriales no quieren disminuir su producción, simplemente. Y hacen valer su fuerza, siendo que son los que más contaminan".

NOVEDADES EN CIENCIA

LA HELADA CORTEZA DE EUROPA

Science Es un mundo helado, girando en torno al planeta más grande del Sistema Solar. Junto con los otros tres grandes satélites de Júpiter, fue descubierto por Galileo en 1610. Se llama Europa, es una luna un poco más chica que la nuestra, y está cubierta por una corteza de hielo, bajo la cual existiría un enorme océano de agua líquida. Hoy en día, y gracias a las imágenes transmitidas por la nave *Voyager 2* (en 1979) y más recientemente por la Galileo, los científicos conocen hasta el más mínimo detalle de la helada superficie de Europa, llena de fisuras que parecen cicatrices. Sin embargo, no está del todo claro cuál es el espesor de ese manto de hielo que la envuelve. Hasta ahora, algunas estimaciones hablaban de apenas 1 o 2 kilómetros de espesor, pero otras arriesgaban un valor muy superior, de hasta 30 kilómetros. Evidentemente, el margen es muy amplio. Y determinar con precisión el grosor de esa corteza tiene un valor extra: en la NASA ya se están barajando proyectos de exploración de ese posible océano oculto, donde, quizás, existan primitivas formas de vida. Y para llegar a ese océano, antes habría que perforar esa capa de hielo. Si se conoce su espesor se pueden diseñar aparatos robots especialmente preparados para semejante misión.



Y bien, recientemente, Elizabeth Turtle y Elisabetta Peirazzo, dos científicas del Laboratorio Lunar y Planetario, de la Universidad de Arizona, intentaron resolver la cuestión. Para eso se pusieron a estudiar minuciosamente 28 cráteres de impacto en Europa, fotografiados por la Voyager y la Galileo. "No hay muchos cráteres de impacto en Europa, pero los que existen pueden decirnos muchas cosas", explica Turtle en un artículo que acaba de ser publicado en *Science*. Su investigación puso la mira en seis de esos cráteres, que tienen picos en sus centros (uno de los casos más interesantes es el del cráter Pwyll, de 24 kilómetros de diámetro y un pico central de 700 metros de altura). Al parecer, y tal como habría ocurrido en otros cráteres de la Luna o Marte, esos picos se formaron con material del interior de Europa que fue eyectado durante el choque de un meteorito o un pequeño asteroide. Mediante una serie de modelos y simulaciones por computadora, Turtle y Peirazzo llegaron a la siguiente conclusión: si la corteza de Europa fuese muy fina, el impacto la hubiese perforado fácilmente, llegando hasta el océano interno, y eyectando agua hacia la superficie. "Pero el agua no habría sido capaz de formar un pico central resistente, porque habría durado apenas un año, y estos cráteres son mucho más antiguos", dice la doctora Turtle. Por lo tanto, concluyen las investigadoras, cualquier masa de agua subsuperficial en esta luna joviana debe estar, por lo menos, a 3 o 4 kilómetros de profundidad, no menos. Entonces, ése sería el grosor del manto de hielo. "De todos modos –explican las científicas– se trata de un límite mínimo, porque el espesor de la corteza de Europa puede ser bastante mayor."

LIBROS Y PUBLICACIONES

TOPICOS DE LA RAZON PRACTICA
Marcelo R. Lobosco (comp.)
Eudeba, 149 págs.



Como su mismo título plantea, este libro se ocupa de viejas disquisiciones en torno de la "práctica virtuosa" o, como le gustaría a Kant, de la "razón práctica". Así, conceptos como el Bien, la Virtud, la Etica o la Moral son tratados según el punto de vista de los grandes filósofos, siempre resignificados en función de los temas de agenda de esta modernidad tardía. Democracia, ciencia, bioética y nociones más clásicas de la filosofía como progreso, historia, tiempo y sujeto son algunas de las cuestiones sobre las que el libro invita a pensar.

Imaginado inicialmente como una guía para docentes y alumnos que se prepararon para las Olimpíadas de Filosofía de 1999 y 2000, *Tópicos de la razón práctica* excede su marco de origen y se puede leer como una introducción al pensamiento de la complejidad del mundo social. Sin desdeñar el esfuerzo y la brillantez de los grandes filósofos, el equipo docente que encabeza Lobosco –director ejecutivo de la Asociación Olimpíada Argentina– trata de hacer foco en los estímulos necesarios para el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes secundarios, tomando a los próceres de la filosofía sólo como punto de partida para la construcción de ideas originales sobre el presente. En ese sentido, los docentes-autores sugieren puntos débiles en los argumentos de los filósofos que, se supone, después se ampliarán o se desarrollarán en profundidad. Como yapa, las interesantes conferencias de Leonardo Sacco ("La filosofía es una dama indigna") y Federico Schuster ("La era de la razón práctica") en la que hace una hermosa defensa del escepticismo de la razón y el optimismo de la práctica. **M.D.A.**

AGENDA CIENTIFICA

CIENCIA, SOCIEDAD Y CULTURA
Leonardo Moledo, profesor de la UBA y editor de **Futuro**, es el encargado del curso de perfeccionamiento titulado "Ciencia, sociedad y cultura: bases y rupturas del conocimiento científico contemporáneo", que se llevará a cabo los martes 27 de noviembre, 4 y 11 de diciembre, y los jueves 29 de noviembre y 6 de diciembre. Será en el aula 502 de la sede de Marcelo T. de Alvear de la Facultad de Ciencias Sociales. Informes: posgrado@mail.fsoc.uba.ar

OLIMPIADAS DE ROBOTICA
El 1° de diciembre se llevará a cabo la segunda olimpíada nacional de robótica en conjunto con la primera feria nacional de robots autónomos y control automatizado. Será a partir de las 14, en el Colegio Schönthal, Nazca 537, Capital, y se requiere inscripción previa. Informes: correo@schonthal.esc.edu.ar, 4637-1414, interno 23 (profesor Gonzalo Zabala).

CONGRESO DE PSIQUIATRIA
Entre el 18 y el 21 de abril de 2002 se desarrollará en Mar del Plata el XVIII Congreso Argentino de Psiquiatría juntamente con el III Congreso Internacional de Salud Mental, organizado por la Asociación de Psiquiatras Argentinos. Informes e inscripción: San Martín 579, Piso 2°, Buenos Aires, tel: 4393-3059, congreso@apsa.org.ar

MENSAJES A FUTURO
futuro@pagina12.com.ar

ANTROPOLOGIA: MUJERES CON GRANDES CARGAS

Los pasos y el péndulo

POR RAUL A. ALZOGARAY

Heglund miraba pasar las mujeres. Las contemplaba ir de acá para allá llevando madera, recipientes con agua, bártulos casi tan pesados como ellas mismas. Lo que más lo intrigaba era que nunca parecían cansadas. Distinguir la procedencia de las mujeres era fácil. Las que apoyaban la carga en la parte superior de la cabeza pertenecían a la tribu Luo. Las de la tribu Kikuyu, en cambio, sostenían los bultos con una correa que se pasaban alrededor de la cabeza (costumbre que terminaba dejándoles un surco permanente en el cráneo).

Un día, Heglund y sus compañeros de trabajo decidieron hablar con las mujeres y las convencieron de acompañarlos al laboratorio. Una vez allí, realizaron algunos experimentos: las hicieron caminar a distintas velocidades y con distintos pesos encima mientras medían la cantidad de oxígeno que consumían, ya que conociendo el consumo de oxígeno se puede calcular el gasto de energía realizado. Los investigadores descubrieron con sorpresa que las mujeres podían cargar hasta el 70 por ciento de sus propios pesos corporales con muy poco esfuerzo.

MUJERES AHORRATIVAS

Norman Heglund, graduado en la Universidad de Harvard, había viajado a Kenya para estudiar la forma en que jirafas y elefantes utilizan la energía. Eso hizo, hasta que las mujeres del lugar acapararon su atención. Otros investigadores habían demostrado que en animales como caballos, perros y humanos, la energía requerida para transportar una carga aumenta en forma directamente proporcional al peso de ésta. En otras palabras, una persona que camina llevando una carga equivalente al 20 por ciento de su peso corporal consume un 20 por ciento más de energía que cuando camina sin carga.

Heglund y sus colegas descubrieron que las mujeres Luo y Kikuyu podían transportar grandes pesos mucho más económicamente: cuando cargaban el equivalente al 40 por ciento de sus pesos corporales, consumían solamente un 20 por ciento más de energía que cuando andaban sin carga. Y no terminaba ahí la cosa.

Cuando llevaban cargas inferiores al 20 por ciento de sus pesos corporales, las mujeres no gastaban energía extra. Desde un punto de vista energético, les costaba lo mismo caminar con cargas pequeñas que sin carga. Al revisar la bibliografía sobre el tema, Heglund encontró que ni siquiera los bien entrenados soldados norteamericanos podían hacer eso.

UN PENDULO DADO VUELTA

En busca de ayuda para resolver el misterio, Heglund acudió a Giovanni Cavagna, un investigador de la Universidad de Milán que, en los años '60, había predicho que los astronautas no podrían caminar normalmente sobre la superficie lunar. La predicción fue confirmada a fines de esa misma década, cuando los primeros hombres en la Luna no pudieron hacer otra cosa que andar a los saltitos.

Cavagna y sus colegas demostraron que el andar humano es comparable a un péndulo. Cuando está en movimiento, el cuerpo de un



péndulo se mueve a lo largo de una curva que tiene una altura mínima en su punto medio y una altura máxima en ambos extremos. El centro de masa de una persona que camina, ubicado entre las caderas, se mueve como un péndulo que apunta hacia arriba. Cuando este péndulo invertido está en movimiento, describe una curva que alcanza una altura máxima en su punto medio y una altura mínima en los extremos.



Los investigadores comprobaron que una persona caminando utiliza la energía del mismo modo que lo hace un péndulo real, pero con una eficiencia del 65 por ciento comparado con este último. ¿En qué momento del andar se pierde la energía restante?

El momento crucial es aquel en que la persona apoya todo el peso de su cuerpo sobre un solo pie. Cuando eso ocurre, mientras el otro pie se mueve desde atrás hacia delante, el centro de masa desciende más rápido de lo que lo haría en un péndulo real, y la curva que describe se quiebra durante una fracción de segundo.

MAS RAPIDO QUE LA VISTA

Heglund, Cavagna y sus colaboradores descubrieron que las mujeres africanas son mejores péndulos que los hombres y las mujeres de Europa y Estados Unidos. Mientras que en estos últimos el quiebre de la trayectoria del centro de masa dura 15 milisegundos, en las mujeres Luo y Kikuyu dura solamente 10. Una diferencia insignificante, pero suficiente para que las mujeres de Kenya presenten una eficiencia del 70 por ciento en el uso de la energía, en vez del 65 por ciento encontrado en las otras personas.

En una nota de la revista *New Scientist* que describe estos resultados, Cavagna declaró que la diferencia es demasiado pequeña para que la distinga el ojo humano, y que no está seguro de si la forma de caminar de las mujeres africanas, practicada desde la temprana infancia, podría ser aprendida por un adulto de otra cultura.

Ahora que sabe dónde buscar, Heglund mira pasar los hombres. Empezó a interesarse en otros pueblos cuyos individuos también transportan cosas sobre la cabeza. Actualmente está estudiando a los sherpas de Nepal, los famosos guías de los montañistas occidentales que escalan el Himalaya. Ellos gastan más energía que las mujeres africanas cuando transportan cargas pequeñas, pero mucha menos cuando transportan cargas grandes. Heglund sospecha que esta eficiencia no se debe a diferencias anatómicas sino a una particular manera de caminar. E intentará demostrarlo en próximos trabajos.

FINAL DE JUEGO / CORREO DE LECTORES:
donde se cuentan los números universo y se propone un enigma más terrestre

POR LEONARDO MOLEDO

–Los alumnos del Instituto Don José de San Martín enviaron la respuesta a nuestra pregunta del sábado pasado, a saber: ¿cuántos números-universo hay? –dijo el Comisario Inspector– con una sencilla demostración de que son infinitos. Pero valdría la pena agregar que, en realidad, los números universo no sólo son infinitos como los números enteros, sino que tienen la "potencia del continuo", esto es, son infinitos como los números irracionales. Es decir, son "mucho más infinitos" que los enteros. Alguna vez hablamos de los distintos infinitos.

–También dejaron un enigma de despedida –dijo Kuhn–, un enigma sobre fútbol.

–¡Sobre fútbol! –se horrorizó el Comisario Inspector– ¡De ninguna manera! Hoy tenía planeado hablar sobre la paradoja del montón y la ontología de los términos teóricos. Resulta que...

Pero Kuhn fue más rápido.

Mariano recibe a Cristian y a Jorge a la salida de un convento de clausura donde hicieron un retiro espiritual por 6 meses. El primero era hincha de Racing, y sus amigos, de Boca y River. Todos eran aficionados al fútbol y a las matemáticas. Por lo tanto, los monjes interrogaban a su amigo sobre las posiciones de sus equipos en el recién terminado campeonato, el cual estaba compuesto por 20 equipos; a lo que el primero responde: "el producto de sus ubicaciones es 72, y la suma es igual al número de habitación en el que ustedes se encontraban". Estos, rápidamente le dicen que éste dato no les alcanza. El hincha de Racing, con una sonrisa dice: "Racing los superó a ambos". Ahora sabemos la respuesta.

–¡Increíble! –dijo el Comisario Inspector– ¡realmente increíble!

¿Qué piensan nuestros lectores? ¿Es increíble? ¿Cuál era el orden de los equipos?

Correo de lectores

DEL INSTITUTO JOSE DE SAN MARTIN

¡Hola! Somos nuevamente los chicos de 2 C, del profesor Carreira del Instituto Don José de San Martín. Contestando la pregunta de los números universo, diríamos que la cantidad de números universo es infinita, ya que si multiplicamos un número universo por un número natural, dará otro número universo, y como los números naturales son infinitos, entonces los números universo también son infinitos. Como es la última clase del año, saludamos al Comisario Inspector, a Kuhn, y a todos los lectores de esta sección, y les dejamos planteado un enigma, a modo de despedida.

Ya que no tenemos más clases para enviar la respuesta al enigma planteado por nosotros, decidimos enviar la misma, por si no llegan a encontrar una solución.

Los chicos de 2 C, y el profe Carreira